

ПОРЯДОК ОЦЕНИВАНИЯ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВЗАИМОУВЯЗАННОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

THE ORDER OF EVALUATION OF THE INTERFERENCE OF ELEMENTS INTERCONNECTED COMMUNICATION NETWORKS OF SPECIAL PURPOSE IN SOLVING A DISTRIBUTIVE PROBLEM

**M. Pylinsky
A. Myakotin
S. Kryvtsov
G. Baiseitov**

Summary. The article presents a method of assessing the interaction of subsystems and elements in a complex interconnected network of special-purpose communication. The presented method of evaluation allows to identify the option of allocation and use of resources of linked systems and communication networks, in which the damage from the lack of resources is minimal and ensures the achievement of the goal in the process of functioning.

Keywords: special purpose communication network, public communication network, resource, distribution task.

Пылинский Максим Валерьевич

К.в.н., ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»
(г. Санкт Петербург)
pylinskii.maksim@mail.ru

Мякотин Александр Викторович

Д.т.н., профессор, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»
(г. Санкт Петербург)
aleksandrmyakotin@gmail.com

Кривцов Станислав Петрович

Старший преподаватель, ФГКВООУ ВО «Военная
академия связи им. Маршала Советского
Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)
staskriv@mail.ru

Байсаитов Гани Нуралиевич

К.т.н., ФГКВООУ ВО «Военная академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»
(г. Санкт Петербург)
bayyseitov.ganinurgalievich@rambler.ru

Аннотация. в статье представлен способ оценки взаимовлияния подсистем и элементов в сложной взаимоувязанной сети связи специального назначения. Представленный метод оценки позволяет выявить вариант распределения и использования ресурсов увязанных систем и сетей связи, при котором ущерб от недостаточности ресурсов минимален и обеспечивается достижение цели в процессе функционирования.

Ключевые слова: сеть связи специального назначения, сеть связи общего пользования, ресурс, распределительная задача.

Развитие сетей связи специального назначения (СС СН), функционирующих в интересах органов государственной власти, органов обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка, происходит в направлении использования ресурсов сетей связи общего пользования (СС ОП), а также коммерческих протоколов связи, другими словами происходит процесс интеграции СС СН с единой сетью электросвязи (ЕСЭ). В свою очередь процесс интеграции ЕСЭ проявляется в виде тенденции создания общемирового единого телекоммуникационного пространства. Общемировая тенденция интегрирования систем и сетей связи кардинально меняет ситуацию. Можно констатировать тот факт, что СС СН практически перестают опираться только на свой собственный, исключительный ресурс, а планомерно происходит перенос в сторону использования ресурса ЕСЭ для систем управления раз-

личных органов государственного и военного управления [4].

В качестве основной составляющей СС СН будем рассматривать систему военной связи (СВС), ввиду того что она является составным элементом военной инфраструктуры страны, базируется на ресурсе сети электросвязи общего пользования единой сети электросвязи (СЭОП ЕСЭ) государства на правах сети связи специального назначения (СС СН) и представляет собой совокупность взаимоувязанных систем связи (территориальной системы связи Вооруженных Сил и полевых систем связи Вооруженных Сил, видов Вооруженных сил, родов войск и специальных войск). Кроме этого, система военной связи должна увязываться с подчиненными и взаимодействующими системами и сопрягается с системами (сетями) связи других войск, силовых министерств

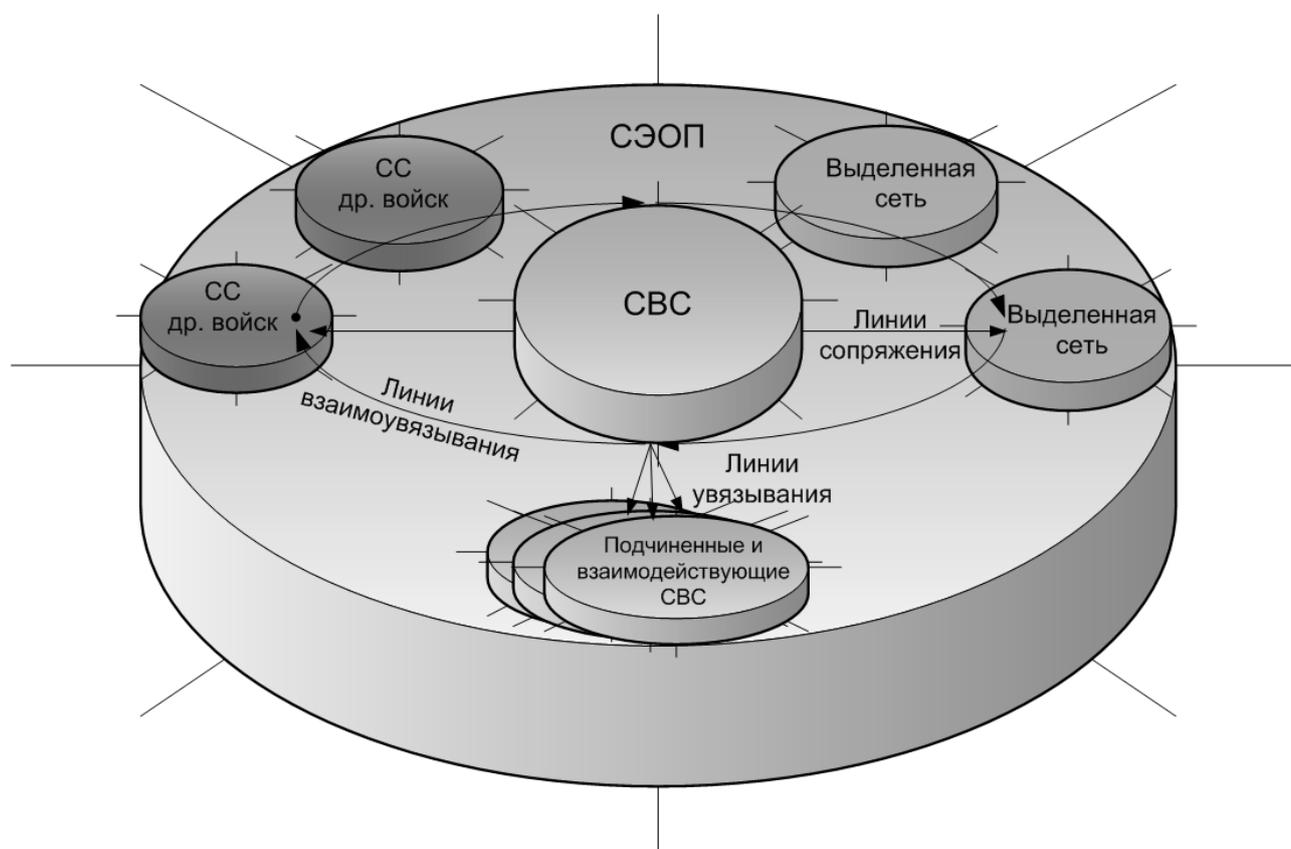


Рис. 1. Схема взаимосвязанной системы связи общевойсковой организации

и ведомств, привлекаемых к выполнению общих задач. На рисунке 1 схематично показаны линии сопряжения взаимосвязанной СВС с системами (сетями) связи других войск, силовых министерств и ведомств, а также выделенными сетями связи и линии увязывания с подчиненными и взаимодействующими СВС.

К настоящему времени происходит активное замещение специализированных технологий связи на открытые коммуникационные технологии, которые являются общими как для гражданских СС ОП, так и для СС СН. Как отмечено в [3, 4] происходит отказ от построения СС СН на основе отдельной связной инфраструктуры и переход к построению СС СН на основе гибридного подхода, когда отдельные сегменты СС ОП национальных и региональных операторов связи, а также сегменты глобальных сетей используются в качестве элементов транспортной инфраструктуры СС СН. Другими словами, СС СН приобретает облик взаимосвязанной (ВСС СН), в которой используется ресурс не только определенной выделенной СС СН но и ресурсы СС ОП, выделенных сетей и др. Возникает вопрос как правильно распределять и использовать общий ресурс в интересах достижения главной цели функционирования СС СН.

Для начала определимся с понятием ресурс сети связи. Ресурс сети — совокупность канальных, временных, частотных, энергетических и других ресурсов сети связи, затрачиваемых на передачу информации в системе управления [3].

Для эффективного распределения ресурсов в СС СН предлагается учитывать следующие ее особенности:

Рассматриваемая сеть связи состоит из взаимосвязанных (взаимосвязанных) элементов (подсистем);

Подсистемы сети сами в свою очередь являются сложными системами;

Элементы (подсистемы) могут изменять структуру, характеристики и свою значимость для системы;

Для достижения цели СС СН требуется учитывать, как взаимосвязи элементов (подсистем) системы между собой, так и с элементами (подсистемами, системами) внешней среды, в противном случае она не будет удовлетворять требованиям системы высшего уровня (системе управления войсками);

СС СН в целом и ее элементы (подсистемы) функционируют в пределах границ, определяющих ее целостность;

Связи между элементами (подсистемами) могут изменяться из-за влияния внутренних и внешних факторов;

Каждый элемент системы функционирует в определенных границах, которые определены свойствами (показателями), и могут быть разделены на главные, несущие основную нагрузку для принятия управленческого решения, и второстепенные, значениями которых в рамках конкретного управленческого решения можно принять в разряд ограничений. Свойства (показатели) также определяют принадлежность элемента к системе.

Системы с перечисленными особенностями можно классифицировать как класс сложных взаимосвязанных (взаимосвязанных) подсистем СС СН.

Осуществить процесс распределения ресурсов для сложной взаимосвязанной СС СН можно при помощи когнитивной информационной технологии [1], с помощью которой может быть построена и исследована когнитивная модель сложного объекта. Как известно [2, 5], когнитивная модель — это граф (когнитивная карта, функциональный параметрический векторный граф). Когнитивная технология в данном случае может быть представлена этапами, порядок и количество которых могут варьироваться в зависимости от сферы применения:

- ◆ разработка когнитивной абстрактной модели СС СН;
- ◆ определение рационального (оптимального) в заданный период функционирования варианта распределения ресурсов;
- ◆ использование ресурсов внутри каждого элемента системы, а затем системы в целом;
- ◆ выделение для каждого элемента системы возможных запасов ресурсов (резервов), которые позволят сократить потребность в ресурсах при их дефиците;
- ◆ установление общего количества распределяемого ресурса;
- ◆ установление взаимосвязи между элементами (подсистемами) системы и их количественная оценка;
- ◆ установление правил и ограничений, согласно которым будет осуществляться распределение между элементами (подсистемами) системы;
- ◆ установление наиболее подходящего инструмента, посредством которого будет осуществляться распределение;
- ◆ определение критерия для выбора рационального (оптимального) распределения;

- ◆ — непосредственное распределение ресурсов между элементами (подсистемами) системы [2, 5].

СС СН выполняет задачи, в первую очередь, по доставке информации между распределенными в пространстве органами и пунктами системы управления вышестоящего уровня — органов государственной власти, органов обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка [4].

Таким образом, в самом общем виде СС СН может быть определена как совокупность распределенных в пространстве взаимосвязанных технических средств и обслуживающего персонала, выполняющих задачи по обеспечению информационного обмена в системах государственного и военного управления, а также системах управления обеспечения безопасности и правопорядка [4].

В целях осуществления процесса распределения ресурсов в СС СН необходимо разработать модель, в которой описать важнейшие параметры объектов и совокупность разрешенных действий каждого объекта

Обобщенная модель осуществления процесса распределения ресурсов для взаимосвязанной СС СН может быть представлена совокупностью состояний объектов и действий над ними W :

$$W = \langle R_o, K, H_{\Sigma}, r, Z, M, P, Y, F \rangle, \quad (1)$$

где R_o — вектор рационального (оптимального) варианта решения задачи распределения ресурсов в СС СН;

K — когнитивная модель в виде функционального графа, анализ которого необходим для разработки механизма распределения ресурсов в ВСС СН;

H_{Σ} — общее количество распределяемых ресурсов ВСС СН;

r — вектор изысканных дополнительных ресурсов внутри ВСС СН;

Z — вектор запасов (резервов), имеющихся у элементов (подсистем) ВСС СН;

M — порядок определения элементов (подсистем), между которыми ресурсы будут распределены в ВСС СН;

P — установление показателей и критериев, посредством которых будет осуществляться распределение ресурсов в ВСС СН;

Y — определение ограничений;

F — функция, позволяющая определить оптимальный вариант распределения на текущий момент [2, 4].

В рамках осуществления оценки решения задачи распределения ресурса требуется метод, позволяющий получать численные значения результатов преобразования исходных данных. Метод должен учитывать

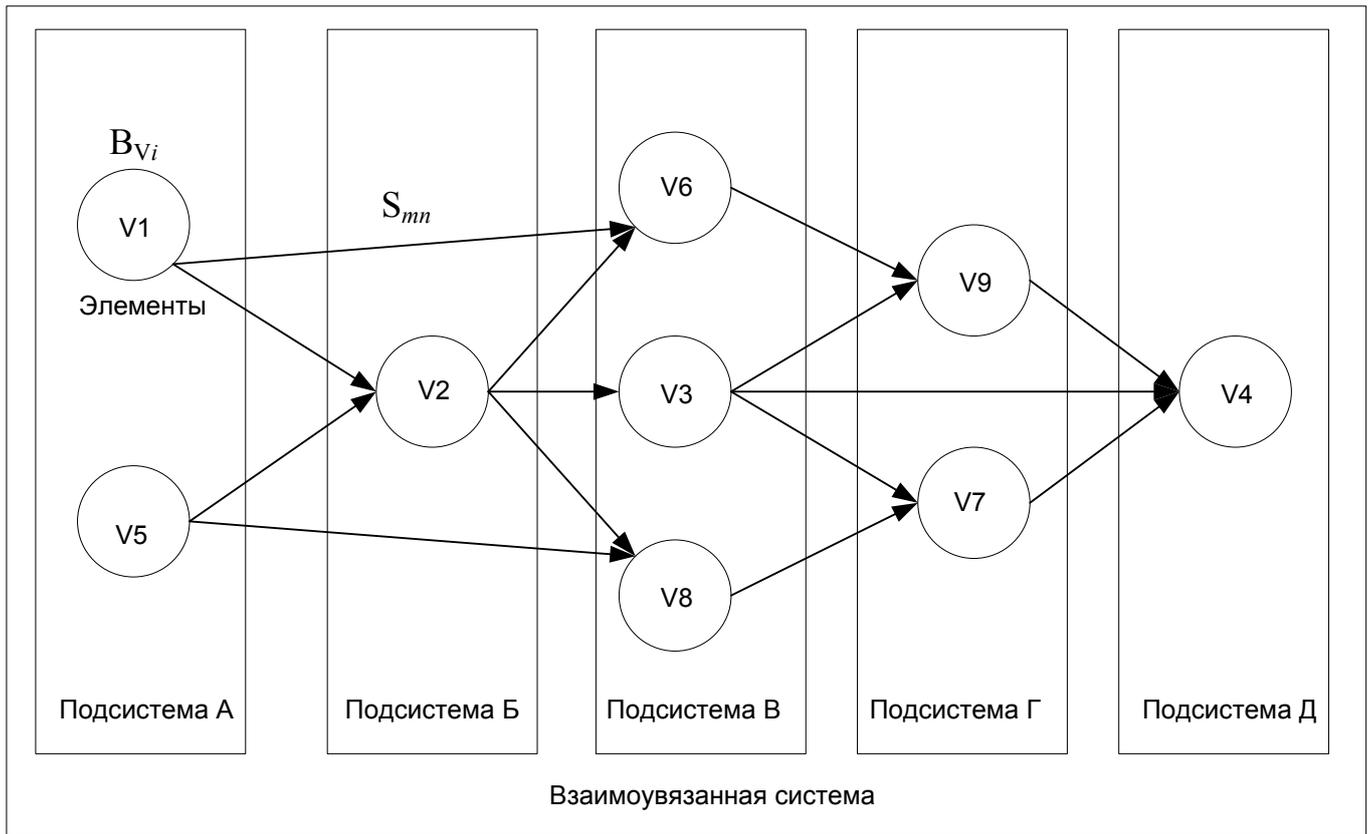


Рис. 2. Упорядоченный граф

взаимосвязи между элементами (вершинами) упорядоченного функционального графа, который является когнитивной моделью. Упорядочение графа необходимо для того, чтобы иметь четкое представление о соотношении базовых и производных элементов (вершин) графа и формировать варианты плана распределения ресурсов более обоснованно, исключая очевидно несоответствующие варианты.

Базовым элементом (модулем) будем считать тот элемент графа, который связан с другими элементами исходящими связями; производным элементом — такой элемент графа, который в логической цепочке с базовым элементом стоит на втором месте, связан с базовым элементом входящими связями. На рисунке 2 представлен граф взаимосвязей элементов (вершин).

Как правило, каждый элемент (вершина) текущей подсистемы влияет на вершину (вершины) последующей подсистемы. Если элемент (вершина) текущей подсистемы не обладает достаточным ресурсом, то этот факт соответственно влияет на результат деятельности элемента (вершины) последующей подсистемы. Наличие недостаточного ресурса (отсутствие ресурса) элемента (вершины) текущей подсистемы может повлиять на эф-

фективность функционирования следующей подсистемы и в последствии всей системы в целом. Назовем это влияние коэффициентом обеспеченности элемента (вершины) предыдущей подсистемы. Это влияние можно измерить как в процентах, так и в долях [2, 3].

Таким образом, в общем случае на деятельность элемента (подсистемы) и всей ВСС СН оказывают влияние коэффициент взаимосвязи между элементами (вершинами), коэффициент обеспеченности элемента (вершины) предыдущего слоя и собственный коэффициент обеспеченности элемента (вершины), а также наличие связности между элементами (вершинами), то есть:

$$V_i = b_{V_{i-1}} S_{i-1; i} B_{V_i} J_{i-1; i} \quad (2)$$

где V_i — результат деятельности i -ого элемента (вершины);

$b_{V_{i-1}}$ — коэффициент обеспеченности элемента (вершины) предыдущего слоя;

$S_{i-1; i}$ — степень влияния элемента (вершины) предыдущего слоя на элемент (вершину) текущего слоя;

B_{V_i} — коэффициент обеспеченности элемента (вершины) текущего слоя;

$J_{i-1; i}$ — степень связанности элемента (вершины) предыдущего слоя и элемента (вершины) текущего слоя (наличие связей).

Коэффициент обеспеченности ресурсами элемента (вершины) k_{Vi} (3)

Степень связанности элементов (вершин) определяется исходя из (4).

Обозначим степень влияния между элементами (вершинами) S_{mn} где m — номер элемента (вершины) текущего слоя, n — номер элемента (вершины) в последующем слое.

Если какая-либо m -я вершина не влияет на результат i -ой вершины, то при расчете результатов деятельности i -ой вершины следует считать равными единице все множители, характеризующие влияние m -й вершины на i -ю вершину.

Соответственно, определяем изменение в эффективности функционирования элементов (вершин), зависимых от результатов функционирования элементов (вершин) предыдущих подсистем, которое выглядит, как лавинообразное уменьшение.

Если же имеет место недостаточность ресурса системы, то для каждой вершины системы следует рассчитать коэффициент обеспеченности b_{Vi} ; формула оценки результата функционирования i -ой вершины имеет вид (5)

Результат недостаточности ресурса системы будет проявляться в множителях b_{Vi} и усугубит лавинообразность результатов функционирования элементов систе-

мы (подсистем) и системы в целом. Для того чтобы уменьшить негативные последствия недостаточности ресурса у вершин, требуется разработать стратегии распределения ресурса по вершинам, рассчитать численные значения реализации стратегий и выбрать ту стратегию, которая будет минимально отклоняться от идеального варианта.

Результат деятельности системы в целом можно определить суммированием результатов деятельности каждого элемента (вершины), то есть (6)

Критерием оценки результата общего функционирования можно считать формулу (7), где OV — результат деятельности системы при недостаточности ресурсе; OV_i — результат деятельности системы при полном наличии ресурсов.

Организационная структура ВСС СН характеризуется совокупностью элементов (подсистем), взаимосвязанных между собой. Каждый элемент (подсистема) отвечает за выполнение конкретных задач, успешное осуществление которых требует ресурсов. Каждый элемент (подсистема) формирует ВСС СН в целом, соответственно могут быть выделены элементы, между которыми требуется распределить ресурсы для выполнения задач каждым элементом и достижения цели системой в целом.

Таким образом, предложенный метод оценки взаимовлияния элементов (подсистем) позволяет оценить различ-

$$b_{Vi} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина обеспечена ресурсами полностью} \\ < 1, & \text{если ресурсов в вершине не достаточно} \end{cases} \quad (3)$$

$$J_{i-1;i} = \begin{cases} 1, & \text{если связанность обеспечена} \\ 0, & \text{если связанность не обеспечивается} \end{cases} \quad (4)$$

$$V_i = \prod_{k=i}^{k-1} b_k S_{k-1,i+1} J_{k-1,i+1} \quad (5)$$

$$OV = \sum_{i=1}^N V_i \quad (6)$$

$$Q = \min |OV - OV_i| \quad (7)$$

ные варианты распределения ресурсов между элементами (подсистемами) ВСС СН. Когнитивная модель, элементом которой предложенный метод является, дает возможность подобрать такой вариант распределения ресурсов, чтобы

последствия на выполнение задач и достижение цели при целенаправленном процессе функционирования ВСС СН с учетом низкой обеспеченности ресурсами в прогнозируемых условиях были минимальными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелова Г. В., Захарова Е. Н., Радченко С. А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем. Когнитивный подход. Таганрог. 2007. 425 с.
2. Зюзина Л. В. Особенности решения задачи распределения ресурсов в социально экономических системах на современном этапе // Ученые записки Российской академии предпринимательства. 2009. № 19. С. 190–197.
3. Линец Г. И. Системные аспекты теории синтеза и практика построения телекоммуникационных сетей. — Ставрополь: Альфа-Принт, 2010. — 460 с.
4. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Губская О. А., Кривцов С. П. Оптимальная цифровизация военных систем связи. Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки № 3–4. 2017. С. 22–26
5. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Жадан А. П., Кривцов С. П., Басулин Д. В. Оценка необходимых и достаточных значений реальной пропускной способности военных систем передачи информации. Информация и космос. Радиотехника и связь. СПб. 2017. С. 133–136.

© Пылинский Максим Валерьевич (pylinskii.maksim@mail.ru), Мякотин Александр Викторович (aleksandrmyakotin@gmail.com), Кривцов Станислав Петрович (staskriv@mail.ru), Байсаитов Гани Нуралиевич (bayuseitov.ganinurgalievich@rambler.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого